



Klassenraumakustik praktisch

Raumakustik-Norm DIN 18041:2016-03
Hörgeschädigte Kinder in Regelschulen

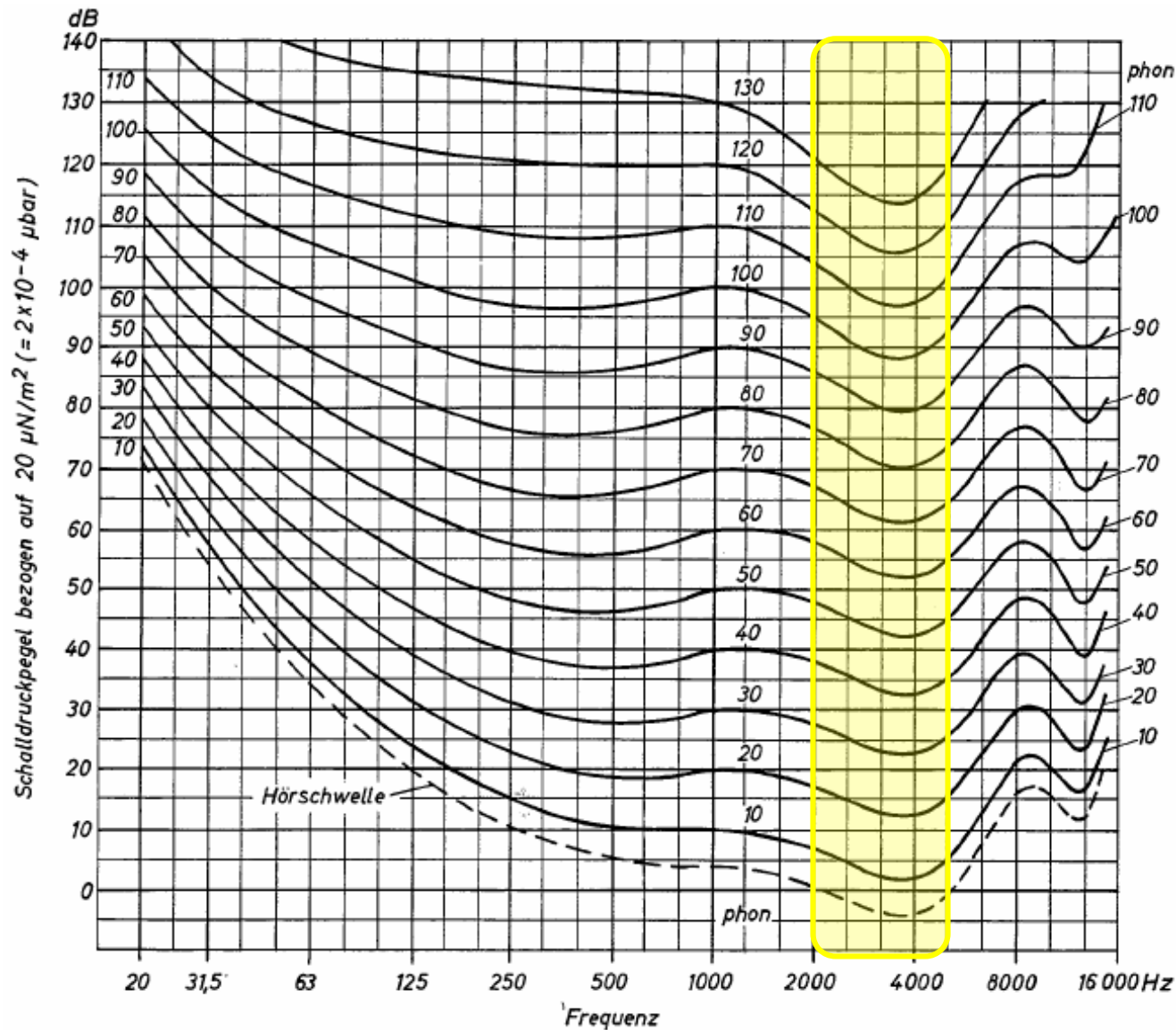
Dipl.-Ing. CARSTEN RUHE
Beratungsbüro für Akustik
hörgerecht planen und bauen
carsten.ruhe@ hoeren-und-bauen.de
www.carsten-ruhe.de

**Es gibt nichts Praktischeres
als eine gute Theorie.**

Die allermeisten
praktischen Probleme
wurden theoretisch
bereits gelöst.

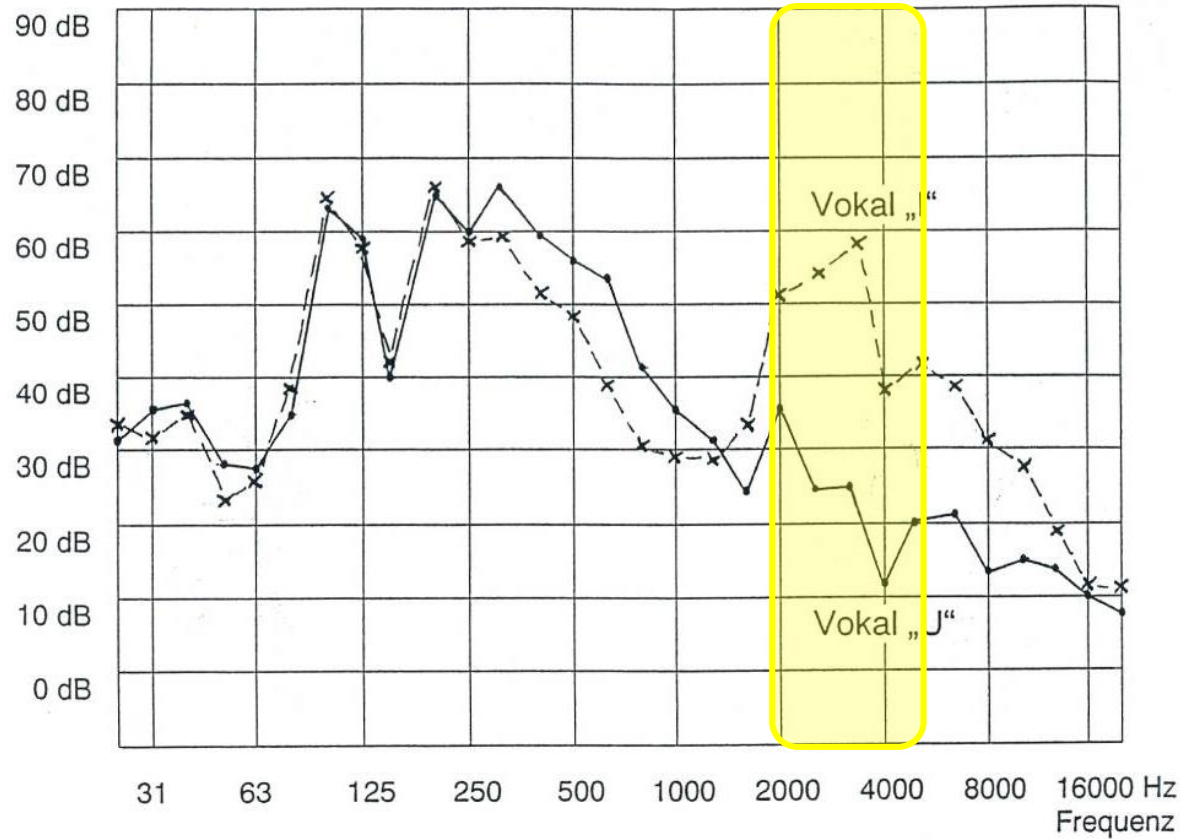


Wie hören Guthörende?



Wie hören Guthörende?

Formanterkennung:
Die Vokale I und U unterscheiden sich im tieffrequenten Bereich kaum, sondern vorrangig oberhalb von 2000 Hz.

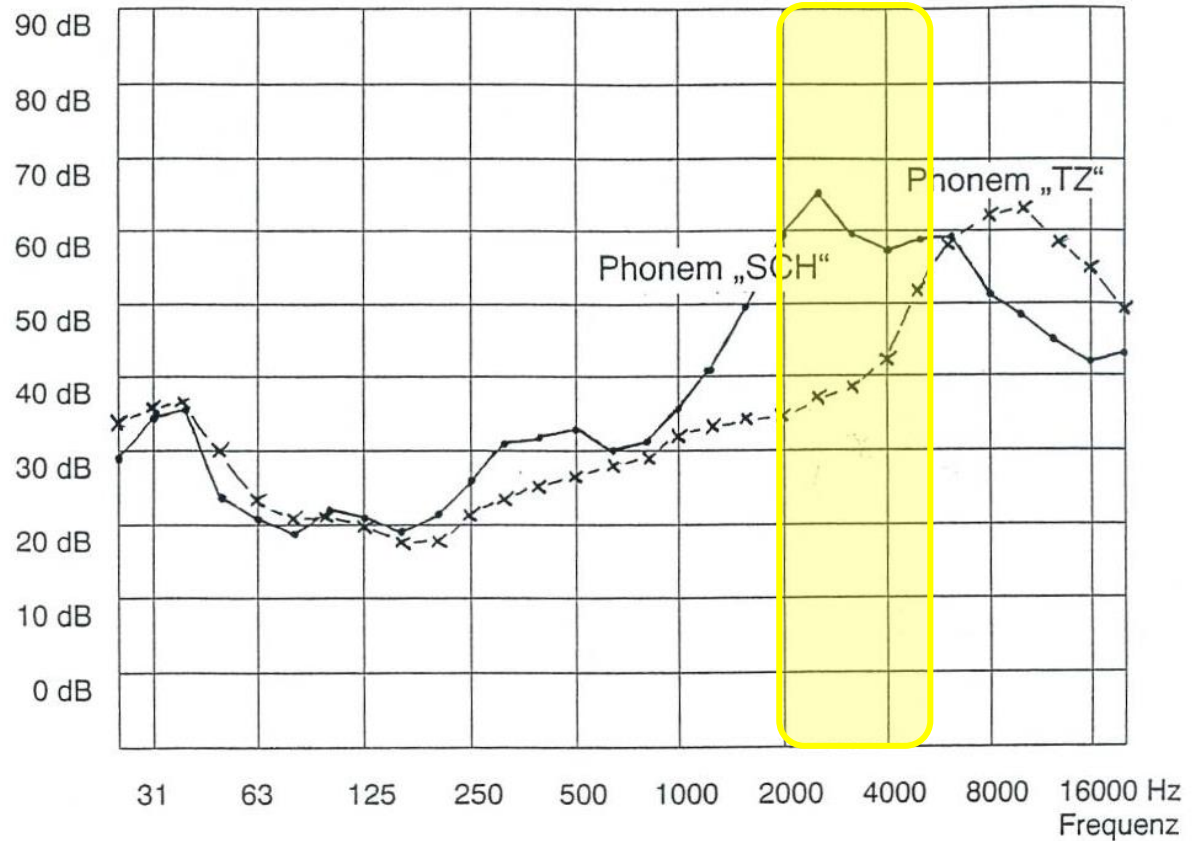


© TuR Schmidt/Ruhe 2002

Wie hören Guthörende?

Formanterkennung:

Die Konsonanten SCH und TZ unterscheiden sich im tieffrequenten Bereich kaum, sondern vorrangig oberhalb von 2000 Hz. TZ reicht bis 16.000 Hz.



© TuR Schmidt/Ruhe 2002



Wie hören Guthörende?

Die tieffrequenten Vokale bewirken die Lautstärke.
Die hochfrequenten Anteile der Konsonanten (Zisch- und Explosivlaute) übertragen den Sprach-Inhalt.

Das lässt sich auch optisch belegen:

..ie ..o.....o..a.....e.. e.....a.....e.. ..ie l.....o.....a..io...

D.... K..ns..n..nt..n ..nth..lt..n d.... ..nf..rm..t....n.

Die Konsonanten enthalten die Information.

Was hören Schwerhörrende anders?

Die hochfrequenten Anteile der Zisch- und Explosiv-Laute übertragen den Inhalt der Sprache.

Diese hochfrequenten Sprach-Anteile müssen in den Hörgeräten besonders kräftig verstärkt werden.

Sehr viele Störgeräusche sind ebenfalls stark hochfrequent und werden (bei etlichen Geräten) mit verstärkt.

Sprache am Nebentisch wird nicht als Störgeräusch erkannt.

Daraus resultiert die bauliche Ingenieur-Aufgabe, insbesondere diese hochfrequenten Störgeräusche gar nicht erst entstehen zu lassen oder sie zu dämpfen.

SCHALLSCHUTZ

RAUMAKUSIK

Wie hören Schwerhörende anders?

Hör-Demonstration: Verschlechterung der Sprachverständlichkeit bei Entfall der hohen Frequenzen

Original



MW-Rundfunk



Telefon



Bässe raus bis 300 Hz



Leichtgradig schwerhörend ab 2kHz



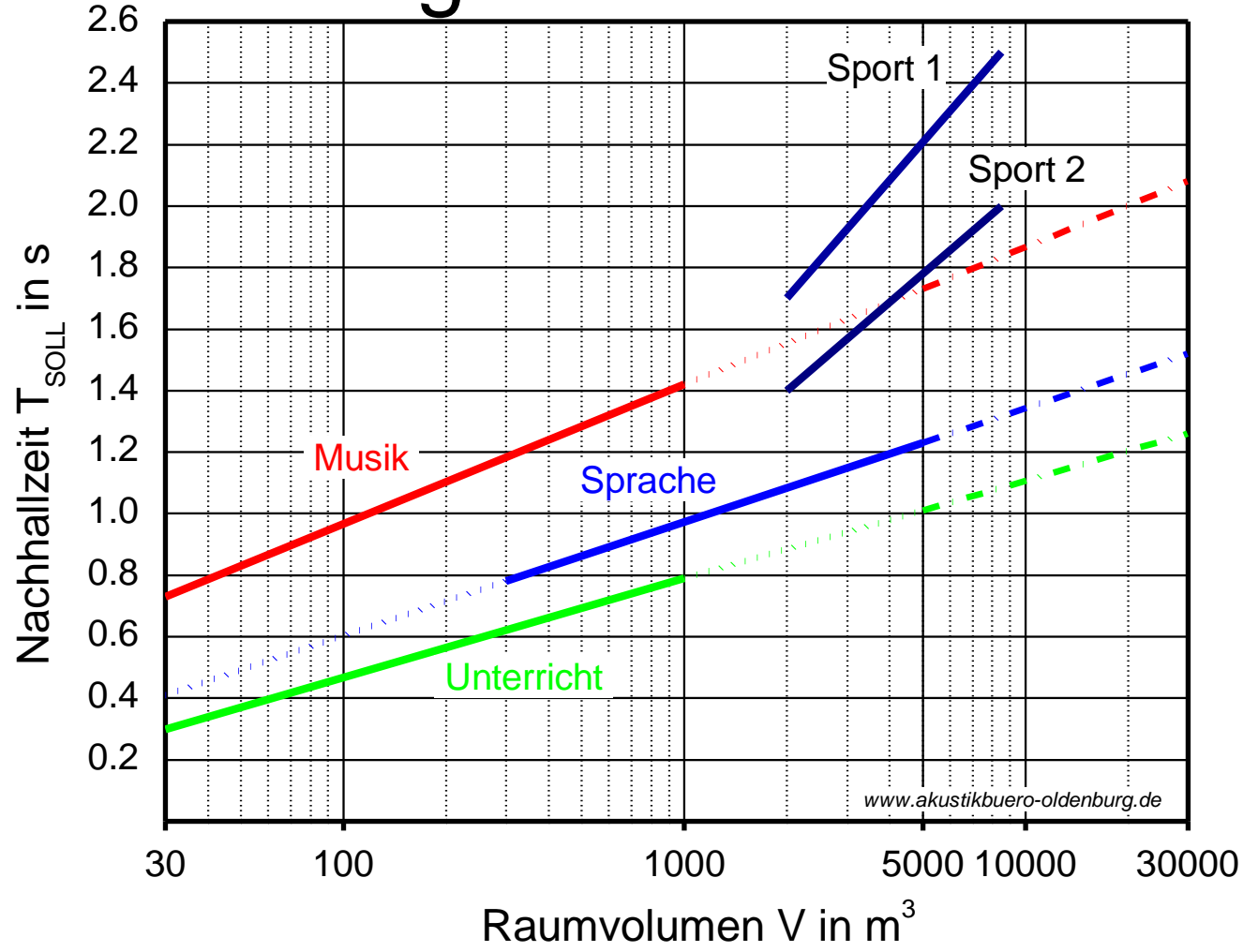
Mittelgradig schwerhörend ab 1 kHz



Hochgradig schwerhörend ab 400 Hz

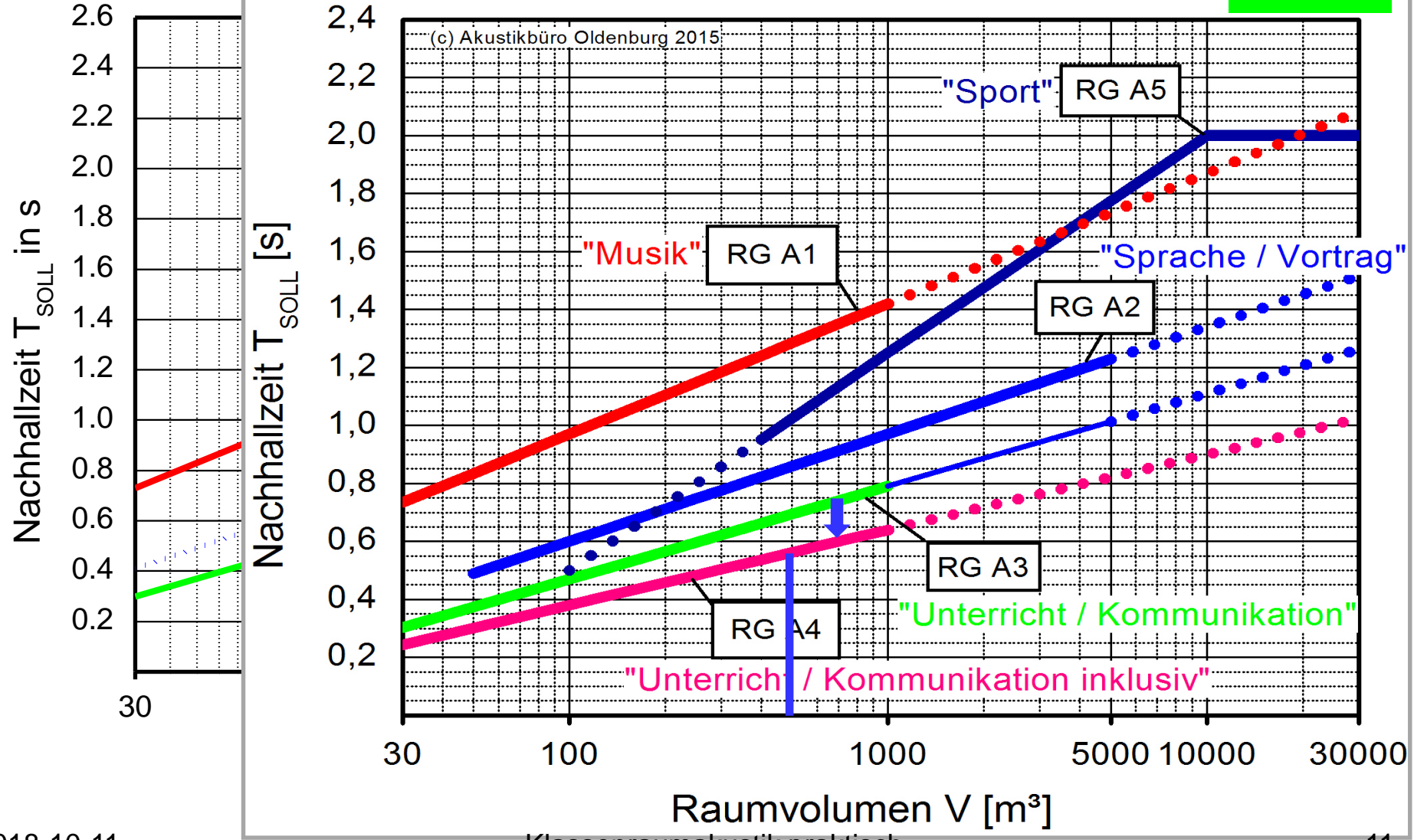


Anforderungen Nachhallzeit / Nutzungsart



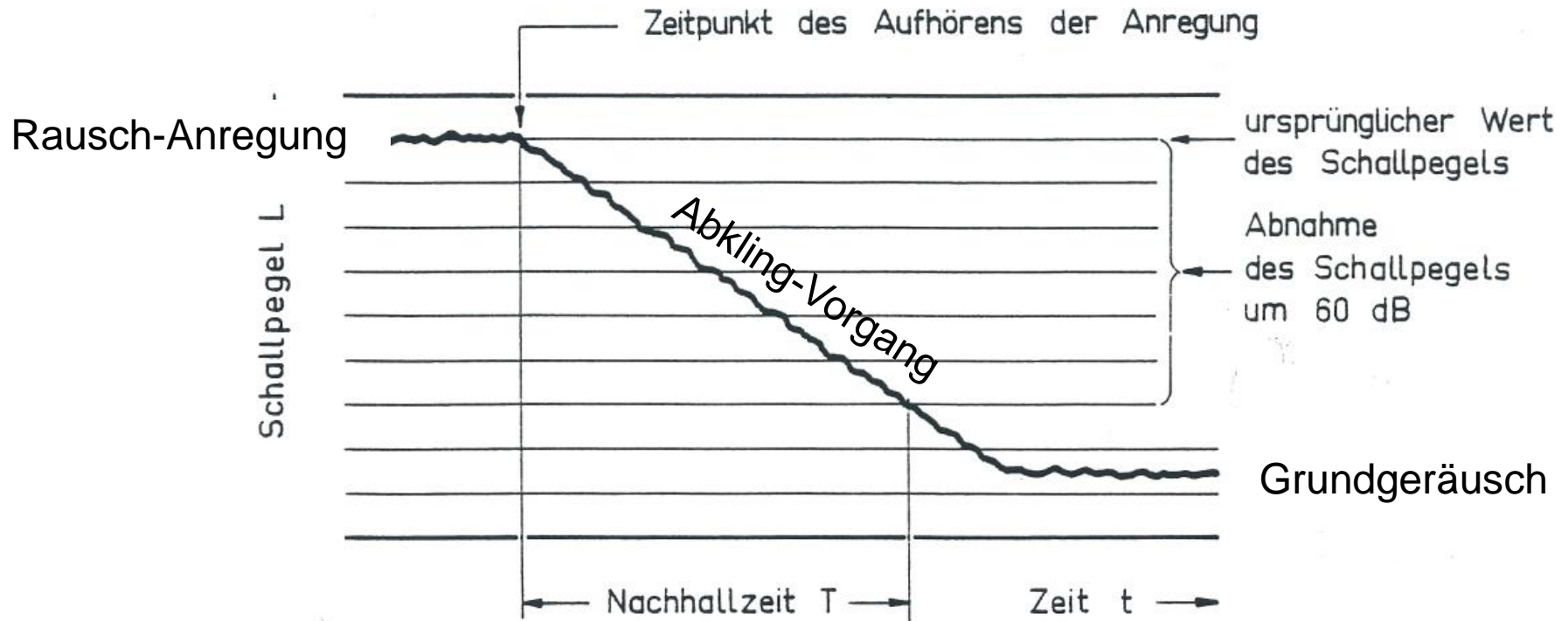
www.akustikbuero-oldenburg.de

Anforderungen Nachhallzeit / Nutzung 2016



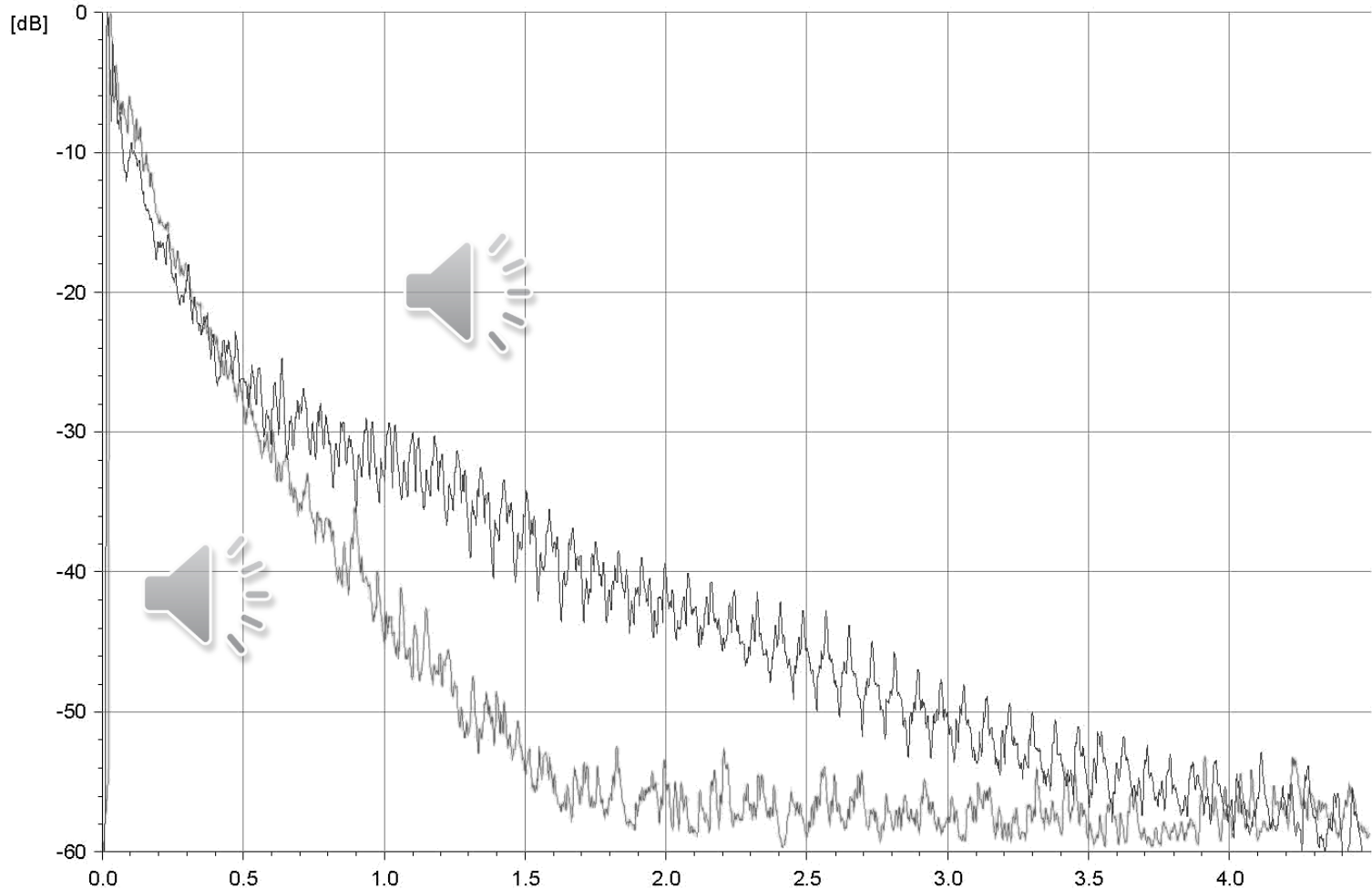
Definition der Nachhallzeit:

Zeitspanne, während der der Schalldruckpegel in einem Raum nach dem Beenden der Schallfeldanregung um 60 dB abfällt.



Beispiel einer Nachhallzeit-Auswertung

zwei
verschie-
dene
Kurven-
Steigun-
gen:
gekop-
pelte
Räume



© TuR
König/Ruhe
2007

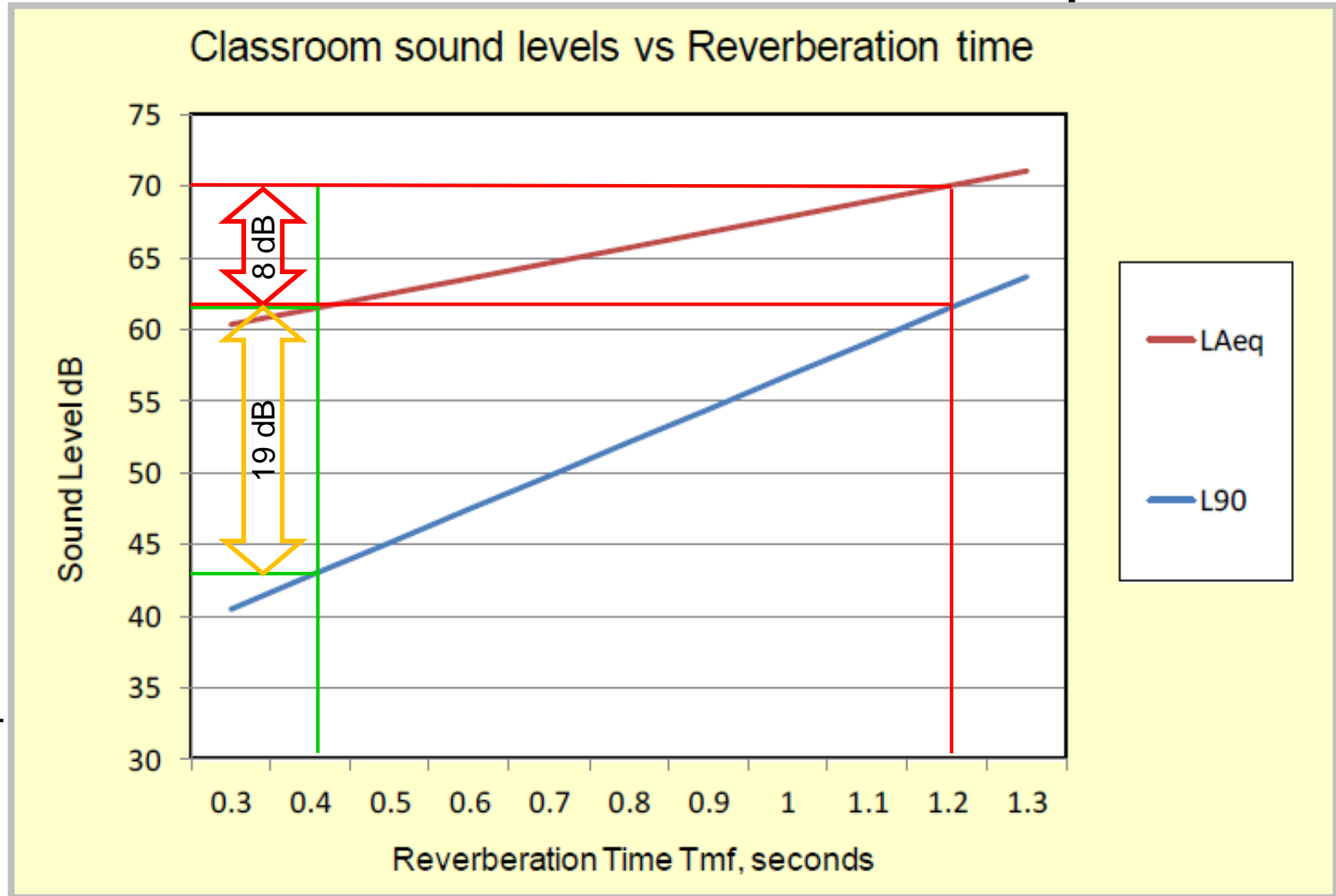
Beispiel einer Nachhallzeit-Auswertung

Optisches Flatterecho:





Welche Effekte treten bei Schallabsorption auf?



© Essex-
Studie
2012

Welche Effekte treten bei Schallabsorption auf?

- Durch die Schallabsorption verringert sich der **Nutzsignalpegel**. Bei einer Drittelung der Nachhallzeit müsste der Pegel (physikalisch) um 5 dB abnehmen.
- → Alle haben in dem gedämpften Raum im Mittel um 3 dB leiser gesprochen.
- Durch die Schallabsorption verringert sich der **Störgeräuschpegel**. Bei einer Drittelung der Nachhallzeit müsste er (physikalisch) ebenfalls um 5 dB abnehmen.
- → Der „**Lombardeffekt**“ bewirkt, dass die „Störer“ sich im gedämpften Raum selbst auch leiser verhalten und dass der Störgeräuschpegel dadurch überproportional abnimmt. Damit steigen der Signal-Rausch-Abstand SNR von 8 dB auf 19 dB und der Sprachübertragungsindex STI.



reFeRATgeber 6

HÖRGESCHÄDIGTE KINDER IN REGELSCHULEN



Download unter

<https://www.carsten-ruhe.de/downloads/bpb-referatgeber/>

Klassenraum-Akustik
Klassenraum-Gestaltung
Klassenraum-Organisation

Diese Broschüre wurde gedruckt
mit finanzieller Unterstützung der Firmen:



A SOUND EFFECT ON PEOPLE



LAHNAU

AK

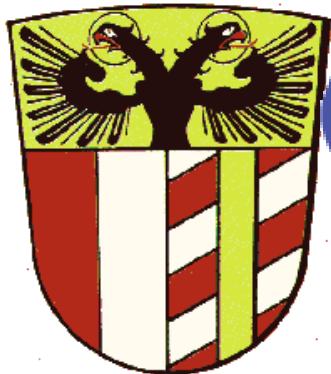


2. Auflage 2016-08
1. Auflage 2016-02

Weitergabe / Nachdruck gern gestattet

6. bis 10. Tausend
1. bis 5. Tausend
Belegexemplar an Verfasser erbeten

Förderzentrum Augsburg – Schwerpunkt Hören



Michael Pasemann, Sonderschulrektor:

Schüler mit AVWS fahren täglich bis zu 200 km,
um in unserer akustisch gut ausgestatteten Schule
unterrichtet zu werden, weil es wohnortnah
keine vergleichbar ausgestattete Schule gibt.

Jährlicher Aufwand/Schüler: etwa **30.000,00 €**

Ernst-Ludwig-Schule - Bad Nauheim



Ernst-Ludwig-Schule
Bad Nauheim

Ausstattung eines Klassenraumes für eine beidseitig
CI-Implantierte Lehrerin von 45 Jahren

Austausch der Deckenplatten im T-Schienen-Raster durch
hochgradig schallabsorbierendes Material.

Einbau eines schallabsorbierenden Rückwand-Paneels.

Aufwand: keine **3.000,00 €**

Ernst-Ludwig-Schule - Bad Nauheim



Ist eine beidseitig CI-Implantierte Lehrerin etwas Besonderes?

Nein!

1. Sie ist ein Mensch wie Du und ich.
2. Lehrer_innen werden wegen Burnout, Lärmstress und Tinnitus häufig zwischen 57 und 58 Jahren frühpensioniert, das sind ca. 100 Monate Frührente. Eine akustische Klassenraumsanierung kostet etwa die Frührente von 3 Monaten.

Baut endlich leise Klassen!



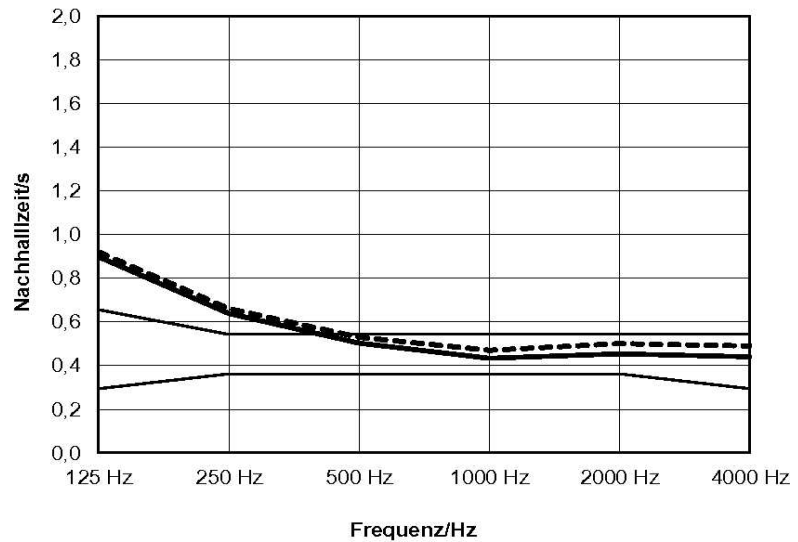
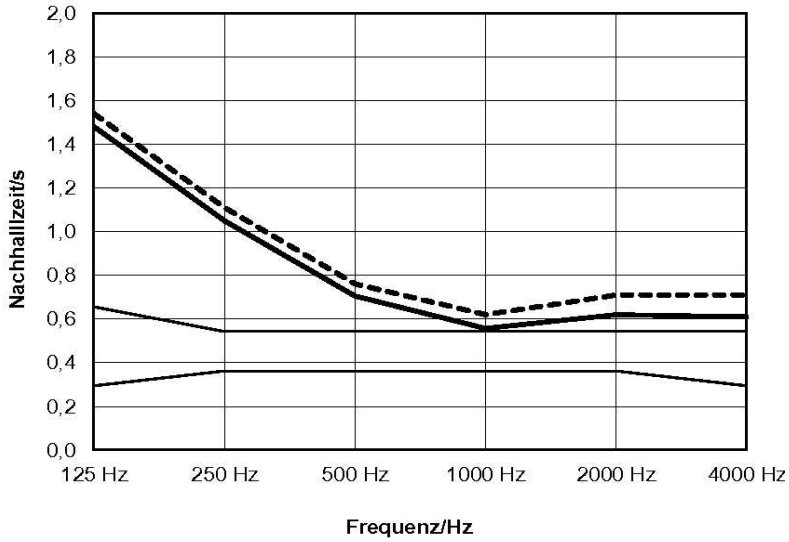
Wie geht man zur Verbesserung vor?

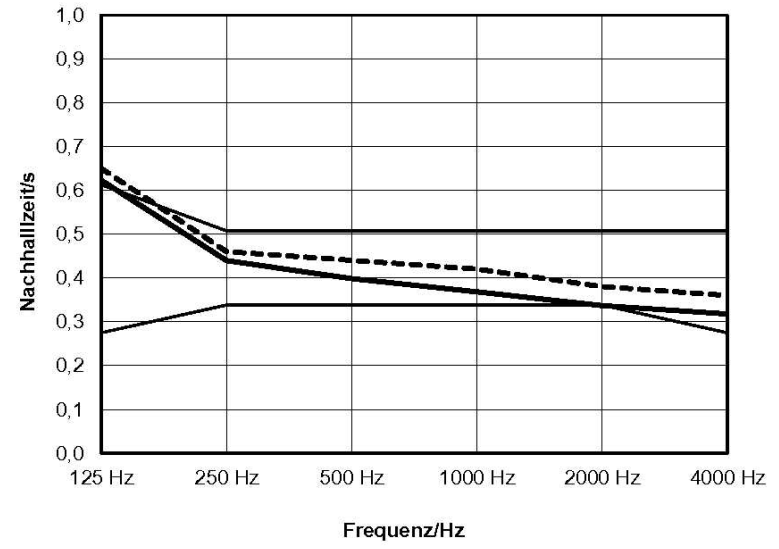
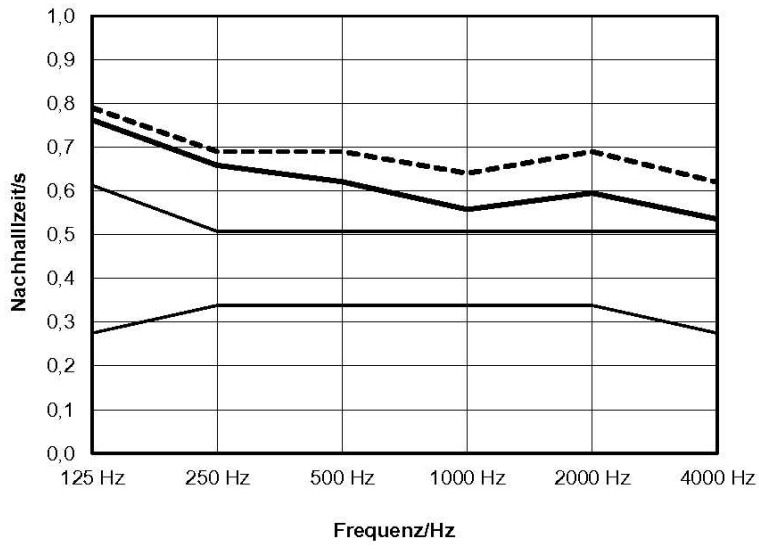
1. möglichst zuerst die **Decke** bekleiden,
sie ist die größte Fläche im Raum und
liegt außerhalb der Handreichweite
man kann also ein weiches,
gut absorbierendes Material verwenden
 2. zweite Raumdimension auch behandeln:
schallabsorbierende **Wand**paneele
 3. ein **Teppich** schluckt viel weniger,
vermeidet aber viele Störgeräusche
- „Raumakustischer Dreiklang“

Oldenburg-Wechloy

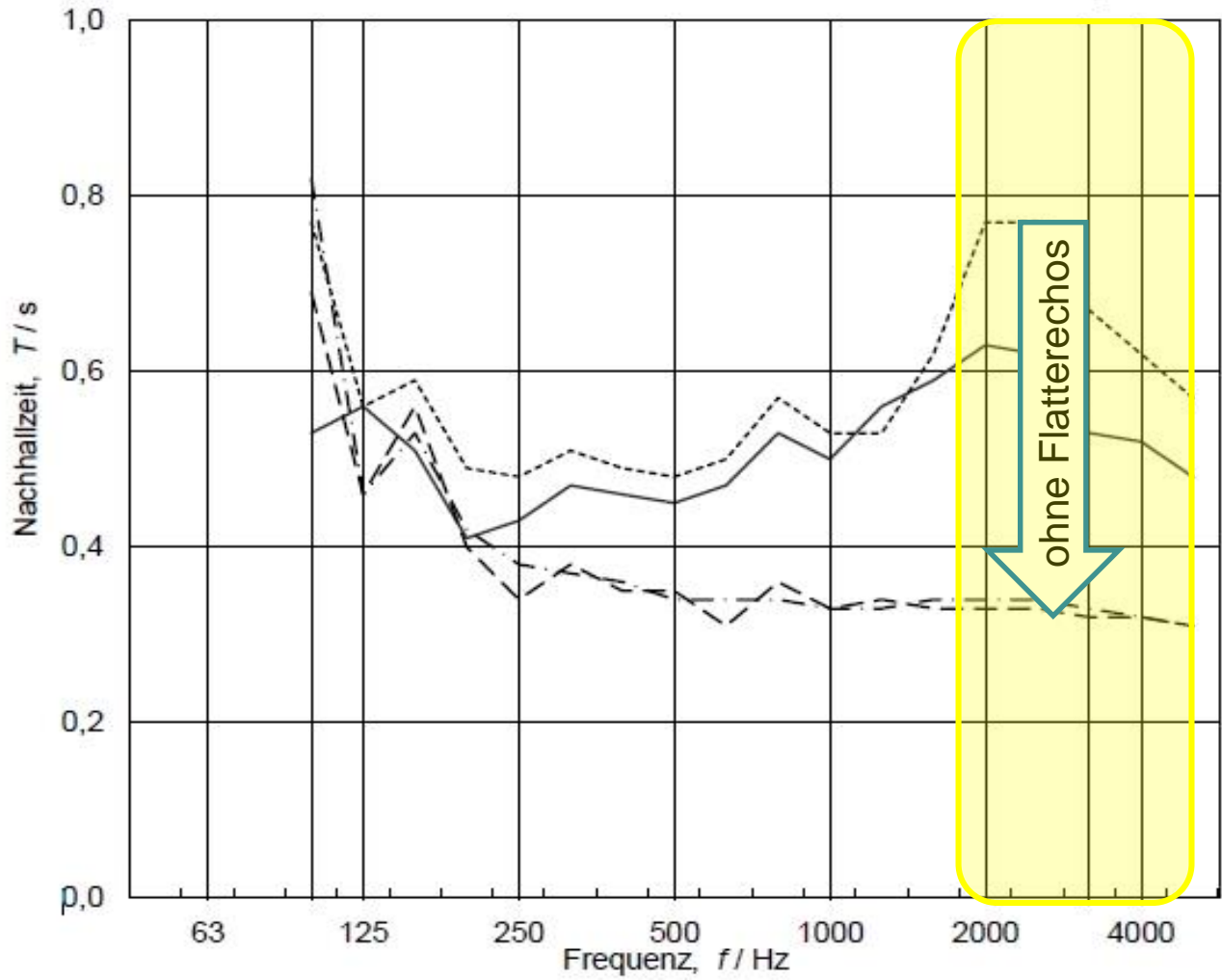
© Rockfon





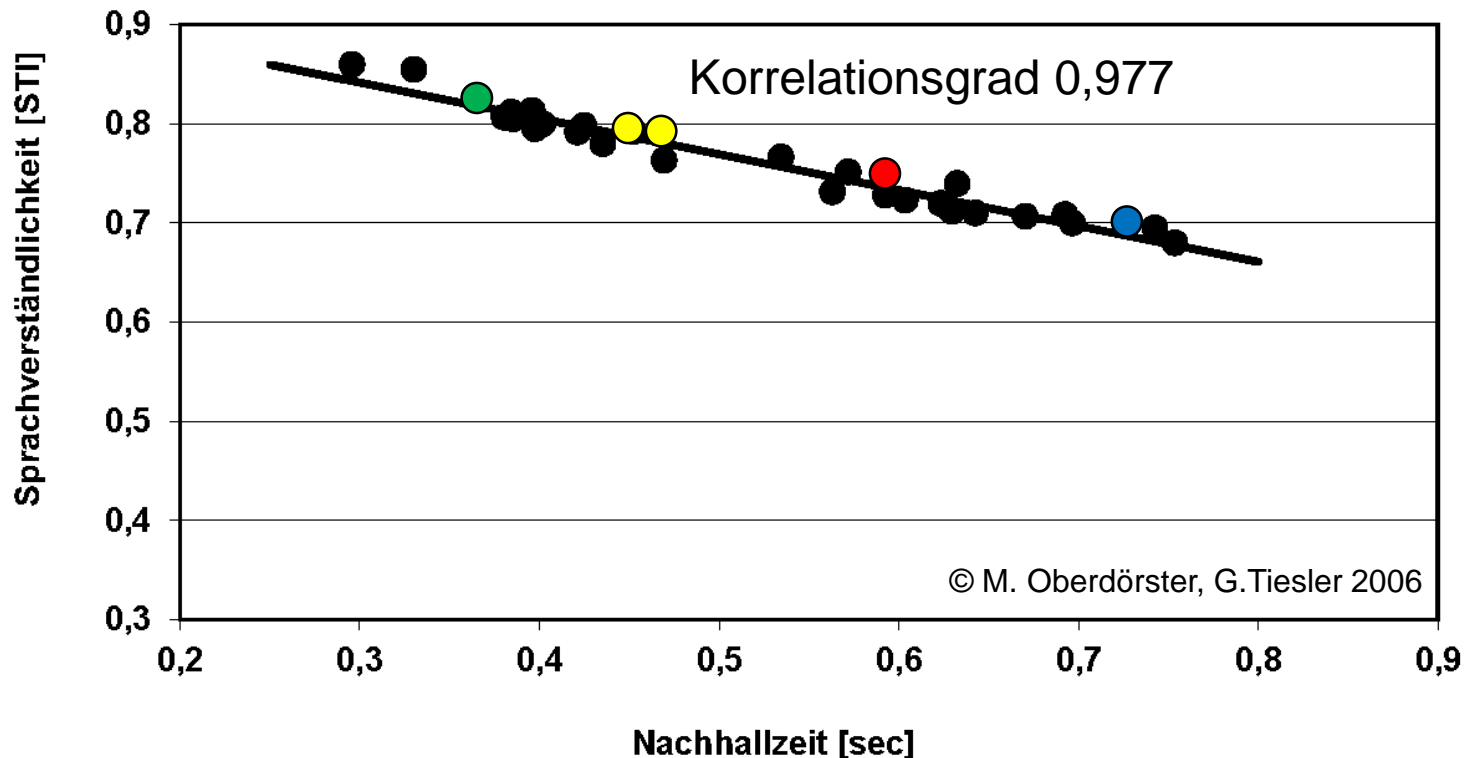


Nachhallzeit-Vergleich ohne / mit Wandpaneel



DIN 18041:2016-03 Hörsamkeit in Räumen

Von Personen mit Hörschäden wird die raumakustische Situation für **Sprachkommunikation** umso **günstiger** empfunden, je **kürzer** die **Nachhallzeit** ist.



Merke:

**Gute Raum-Akustik
ist barrierefrei !**

Sie hilft Allen

1. in der allgemein üblichen Weise
2. ohne besondere Erschwernis und
3. ~~nicht nur grundsätzlich, sondern~~
vollständig ohne fremde Hilfe.

Versuch einer Zusammenfassung

Decke vollflächig hochgradig absorbierend

Rückwandpaneel

Teppichboden



Brief einer Lehrerin :

Bisher habe ich immer gedacht,
ich sei als Lehrerin ganz allein für die
Lärm-Minderung in der Klasse zuständig.
Jetzt habe ich die Raumakustik
als Sozial-Pädagogin dabei.

Diese Sozial-Pädagogin kostet den Gegenwert
von drei Monatsgehältern.

Sie ist sofort verbeamtet, streikt also nicht;
nicht mal bei Stromausfall (wie die Technik).

Wissenschaft $\leftarrow \rightarrow$ Wirtschaft

Bei der Klassenraum-Akustik

gibt es kein

Erkenntnisproblem

sondern nur ein

Umsetzungsproblem.

Die allermeisten praktischen Probleme
wurden theoretisch bereits gelöst.